

DE19916978

Publication Title:

Method of measuring a body region

Abstract:

Abstract not available for DE19916978

Abstract of corresponding document: US6383148

A method of measuring a body region of a human body includes recording at least two images of the body region from different camera positions, from which the contour lines are ascertained, for example, as a contrast. Used for scaling the images is a reference object with a reference zone, to which the camera is set in a perpendicular or near perpendicular viewing direction by means of an angle-determining device. The reference zone can be defined, for example, by perpendicularly protruding fins. From the projected images of the contour line and the reference zone, an individual model of the outside surface of the body region is subsequently ascertained by means of the reference model. From this individual model a prosthesis or orthosis can be fabricated.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 16 978 C 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 B 11/00
G 01 B 11/24
A 61 B 5/107
A 61 F 2/76

⑳ Aktenzeichen: 199 16 978.0-52
㉑ Anmeldetag: 15. 4. 1999
㉒ Offenlegungstag: -
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 4. 2001

DE 199 16 978 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Otto Bock Orthopädische Industrie Besitz- und
Verwaltungs-Kommanditgesellschaft, 37115
Duderstadt, DE

⑦④ **Vertreter:**

GRAMM, LINS & PARTNER, 38122 Braunschweig

⑦② **Erfinder:**

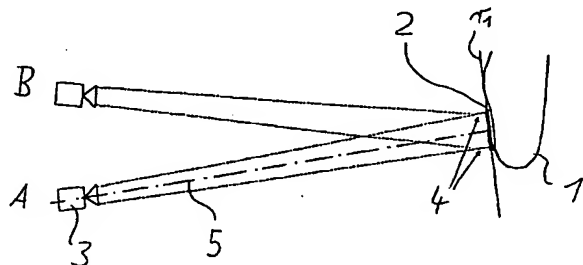
Pusch, Martin, 37115 Duderstadt, DE; Reynolds,
Dave, Middlesex, GB

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**

DE 196 06 524 A1
DE 37 12 084 A1
DE 36 33 275 A1
EP 02 22 498 A2

⑤④ **Verfahren zum Vermessen eines Körperbereichs**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf das Verfahren zum Vermessen eines Körperbereichs eines menschlichen Körpers, beispielsweise eines Unterschenkelstumpfs. Von dem Körperbereich werden mindestens zwei Bilder von verschiedenen Kamerapositionen (A) aufgenommen, aus denen die Konturlinien z. B. als Kontrast ermittelt werden. Zur Skalierung der Bilder wird ein Referenzgegenstand (2) mit einer Referenzstrecke verwendet, auf den die Kamera (3) mittels einer Winkeleinstelleinrichtung, z. B. senkrecht abstehenden Stegen (4), in senkrechter Betrachtungsrichtung eingestellt wird. Aus den Abbildungen der Konturlinien und der Referenzstrecke wird mittels des Referenzmodells einschließlich der Außenfläche des Körperbereichs ermittelt.



DE 199 16 978 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vermessen eines Körperbereichs eines menschlichen Körpers.

Derartige Verfahren werden insbesondere für die Anfertigung von Prothesen, z. B. für Gliedmaßenstümpfe, sowie Orthesen bzw. medizinische Stützelemente, wie z. B. Kompressionsstrümpfe, benötigt, um eine individuelle Anpassung der Prothese bzw. Orthese an den jeweiligen Körperbereich zu ermöglichen.

Die Vermessung des jeweiligen Körperbereichs erfordert zum einen eine hohe Genauigkeit, damit die anschließend auf Grundlage der Vermessungsdaten angefertigte Prothese oder Orthese ein hohes Tragekomfort bietet. Zum anderen sollte die Vermessung des Körperbereichs in hinreichend kurzer Zeit und mit einem relativ geringen apparativen Aufwand möglich sein, damit der Patient vor Ort in relativ kurzer Zeit vermessen werden kann und ihm somit eine Fahrt zu einer speziellen, evtl. weiter entfernt vorhandenen Meßapparatur sowie eine längere zeitliche Beanspruchung durch den Meßvorgang erspart bleiben.

Es ist hierzu bekannt, den Körperbereich z. B. durch Maßbänder zu vermessen. Hierbei müssen z. B. bei einem Gliedmaßenstumpf neben der Länge im allgemeinen mehrere Umfangsmessungen durchgeführt werden, die dennoch im allgemeinen keine allzu große Genauigkeit bei der Vermessung erlauben. Weiterhin ist es bekannt, von den betreffenden Körperbereichen Abdrücke zu nehmen. Ein derartiges Verfahren ist jedoch aufwendig und langwierig, weiterhin muß ein Abdruck des Körperbereichs zur Herstellung der Prothese bzw. Orthese gegebenenfalls zunächst zu dem jeweiligen Hersteller befördert werden, wodurch neben den Transportkosten auch eine größere Zeitverzögerung auftreten kann.

Die DE 37 12 084 A1 zeigt ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung einer modifizierten, dreidimensionalen Reproduktion eines weichen, deformierbaren Objektes. Die Außengeometrie eines verbliebenen Reststumpfes eines Körpers wird mit Hilfe von Laserstrahlen lagekorrigiert schrittweise abgetastet. Aus den auf diese Weise gewonnenen Konturlinien wird eine Gesamtaußenfläche des Reststumpfes in einem Computer zusammengesetzt und von einem Sichtgerät angezeigt.

Die EP 022 498 A2 zeigt ein Verfahren zum Vermessen eines Körpers, bei dem der Körper in einem Raum angeordnet wird, der entlang einer Ebene in gegenüberliegende Bereiche unterschiedlicher Beleuchtung unterteilt ist. Der Körper wird hierbei um eine Achse gedreht, wobei die Position zumindest eines Teils der Außenfläche des Körpers mit einem beleuchtungsempfindlichen Sensor bei einer Vielzahl von Drehpositionen gemessen wird.

Die DE 196 06 524 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Muskelvolumens an einem Bein oder Arm, bei denen ein Meßrahmen mit einer Vielzahl sich kreuzender Lichtschranken entlang einer Meßstrecke über die gesamte Bein- oder Armlänge verschoben wird und an einer Vielzahl von beabstandeten zueinanderliegenden Meßpunkten im Wege einer Schattenprojektion mindestens zwei im Winkel zueinanderliegende Durchmesser des Beines oder Armes bestimmt und hieraus das Volumen durch Aufintegrieren ermittelt wird.

Die DE 36 33 275 A1 zeigt ein Verfahren zum Generieren von Lagesignalen, die Orte repräsentieren, welche die etwa elliptische Querschnittsfläche eines Objektes begrenzen. Hierbei wird ein Schattenkantensechseck mit Hilfe von drei optischen Aufnahmegeräten gewonnen, daß die Fläche eines etwa elliptischen Objektes, z. B. eines Baumstammes, umstammt. Aus diesen sechs unregelmäßigen Schnittpunk-

ten wird durch einfache Umsetzungsvorgänge unter Zuhilfenahme des mittleren Durchmessers des Objektes für acht Winkelstellungen in einem radialen System die Lage von mehreren Orten auf einer das Objekt eindeutig beschreibenden Ellipse ermittelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, gegenüber dem Stand der Technik Verbesserungen zu schaffen und insbesondere ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das eine genaue Vermessung des Körperbereichs mit relativ wenig Aufwand und in relativ kurzer Zeit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst, indem ein Referenzgegenstand mit einer Referenzstrecke vorbekannter Länge und einer visuellen Winkeleinstellhilfe in festem räumlichen Bezug zu bzw. an dem Körperbereich angeordnet wird, eine Kamera mittels der visuellen Winkeleinstellhilfe in einer zur Referenzstrecke senkrechten ersten Betrachtungsrichtung in einer ersten Kameraposition angeordnet wird, in der sie den Körperbereich mit dem Referenzgegenstand erfaßt, und ein erstes Bild aufgenommen wird, eine Kamera mittels der visuellen Winkeleinstellhilfe in einer zur Referenzstrecke senkrechten weiteren Betrachtungsrichtung in mindestens einer weiteren Kameraposition angeordnet wird, in der sie den Körperbereich mit dem Referenzgegenstand erfaßt, und ein zweites Bild aufgenommen wird, aus der Länge der Referenzstrecke und den Abbildungen der Referenzstrecke auf den Bildern die Abstände des Referenzgegenstandes von den Kamerapositionen als erster Referenzabstand und zweiter Referenzabstand ermittelt werden, für jedes Bild eine in dreidimensionalen Raum verlaufende Konturlinie aus dem Referenzabstand und der Abbildung der Konturlinie auf Grundlage eines vorgespeicherten Referenzmodells bestimmt wird, und ein individuelles Modell des Körperbereichs aus den Konturlinien und dem Referenzmodell ermittelt wird.

Erfindungsgemäß wird somit ein Referenzmodell für den betreffenden Körperbereich verwendet. Die Verwendung eines derartigen Referenzmodells ist bei Orthesen, die einen Körperbereich stützen, im allgemeinen mit relativ hoher Genauigkeit möglich, da das Referenzmodell einen Bereich eines zumindest weitgehend intakten Körpers nachbildet. Ein derartiges Referenzmodell ist auch bei der Anpassung von Prothesen, bei denen ein fehlendes Körperteil ersetzt wird, sinnvoll, da der betreffende Körperbereich, z. B. ein Gliedmaßenstumpf, im allgemeinen operationstechnisch auf bekannte Weise vorbehandelt wird. Hierzu werden insbesondere die Knochen und Muskeln an den jeweiligen Körperstellen auf weitgehend bekannte Weise freigelegt.

Da erfindungsgemäß lediglich ein Referenzgegenstand mit festem räumlichen Bezug zu dem betreffenden Körperbereich, insbesondere an dem betreffenden Körperbereich, angebracht, und mindestens zwei Bilder aus verschiedenen Kamerapositionen von dem betreffenden Körperbereich aufgenommen werden müssen, kann der Körperbereich relativ schnell vermessen werden, wobei lediglich der Einsatz des Referenzgegenstandes und einer Kamera notwendig ist. Die Bilder können anschließend an den Hersteller der Prothesen bzw. Orthesen geschickt, gegebenenfalls auch gefaxt werden. Die Bestimmung der Konturlinien aus den Bildern und die Berechnung eines individuellen Modells des Körperbereichs durch Bestimmung der Referenzabstände sowie auf Grundlage des Referenzmodells kann dabei bei dem Hersteller erfolgen, so daß beispielsweise ein aufwendiger Transport von Abdrücken oder Abgüssen des Körperbereichs überflüssig wird.

Erfindungsgemäß weist der Referenzgegenstand sowohl eine Referenzstrecke vorbekannter Länge als auch eine Winkeleinstelleinrichtung bzw. visuelle Winkeleinstellhilfe zur Einstellung der Betrachtungsrichtung, vorzugsweise der

optischen Achse der Kamera auf. Somit kann die Kamera mit Hilfe der visuellen Winkeleinstellhilfe relativ einfach in einer zur Referenzstrecke senkrechten Richtung positioniert werden, ohne daß der zu vermessende Körperbereich in Halterungen oder Gestelle positioniert oder eingespannt werden muß. Die Konturlinien des Körperbereichs können aus einer einfachen nachträglichen Vermessung anhand der aufgenommenen Bilder bestimmt werden, ohne daß eine direkte Vermessung oder Abtastung des Körperbereichs vor Ort notwendig ist. Vorteilhafterweise kann zur Bestimmung der Konturlinien der betreffende Körperbereich hell beleuchtet und vor einem dunklen Hintergrund aufgenommen werden. Insbesondere kann ein kontrastverbessernder, z. B. heller Überzug über den Körperbereich gelegt oder gestreift werden, an dem auch gegebenenfalls Bereiche oder Stellen markiert werden können.

Da erfindungsgemäß die Abstände der Kamera von dem Referenzgegenstand aus den Bildern ermittelt werden, ist eine aufwendige Positionierung des Körperbereichs in einem festen, vorgegebenen Abstand zu der Kamera überflüssig, der eine Ruhigstellung des Patienten erfordern würde und im allgemeinen dennoch zu einer höheren Ungenauigkeit führen würde.

Der Referenzgegenstand kann vorteilhafterweise direkt an dem Körperbereich befestigt, z. B. geklebt werden, so daß ein eindeutiger räumlicher Bezug des Referenzgegenstands zu dem Körperbereich gegeben ist. Hierdurch kann der Patient den betreffenden Körperbereich zwischen den Aufnahmen sogar etwas bewegen, da durch den an dem Körperbereich befestigten Referenzgegenstand ein körpereigenes Bezugssystem definiert wird, daß bei Bewegungen des Körperbereichs grundsätzlich nicht verändert wird.

Die Referenzstrecke kann an dem Referenzgegenstand insbesondere durch zwei Markierungen gebildet werden, deren Abstand vorbekannt ist. Die visuelle Winkeleinstellhilfe kann beispielsweise durch ein oder zwei Vorsprünge gebildet werden, die senkrecht von der Längenskala abstehen und somit bei Ausrichtung in der Betrachtungsrichtung die senkrechte Anordnung der Längenskala zur optischen Achse gewährleisten. Vorteilhafterweise können die Vorsprünge gleichzeitig als Markierungen dienen, die mit bekanntem Abstand zueinander angeordnet sind. Die Vorsprünge können dabei auch an einer Schiene verschiebbar sein, so daß ein Abstand voreingestellt werden kann.

Die Vorsprünge können insbesondere als Rippen, Stege oder Blätter ausgebildet sein, die senkrecht von der Längenskala abstehen. Indem die Seitenflächen bzw. Ober- und Unterseiten des Vorsprungs bzw. der Vorsprünge farbig ausgebildet sind, kann eine einfache Einstellung der senkrechten Betrachtungsrichtung erreicht werden, indem die Kamera derartig positioniert wird, daß die farbigen Seitenflächen nicht mehr oder lediglich in vernachlässigbarem Umfang erkannt werden.

Indem für die verschiedenen Aufnahmen die gleiche Kamera verwendet wird, ist der apparative Aufwand für die Vermessung relativ gering. Weiterhin können sich in diesem Fall nicht die verschiedenen optischen Fehler unterschiedlicher Kameras, z. B. eine Dejustierung der optischen Achse, addieren. Es können jedoch grundsätzlich auch verschiedene Kameras verwendet werden.

Die Bestimmung der tatsächlichen, im dreidimensionalen Raum verlaufenden Konturlinien erfolgt erfindungsgemäß mit Hilfe des Referenzmodells. Vorteilhafterweise wird zunächst eine Referenzebene bestimmt, in der die Referenzstrecke liegt und die senkrecht zu der Betrachtungsrichtung der Kamera verläuft. Der Abstand dieser Ebene von der Kameraposition entspricht somit dem ermittelten Referenzabstand. Die Abbildungen der Konturlinien können vorteilhaft

terweise zunächst auf diese Referenzebene bezogen werden, wobei die Position der Referenzebene im allgemeinen nicht mit der tatsächlichen Position der den Körperbereich einhüllenden Konturlinien übereinstimmt. Anschließend werden aus den Konturlinienprojektionen und den Referenzabständen zunächst die Konturlinien und hieraus das individuelle Modell bestimmt. Weiterhin können z. B. prominente Stelle oder Teilbereiche des Körperbereichs, die in zumindest einer der Abbildungen erkannt werden können, herangezogen werden. Statt derartiger markanter Stellen oder Teilbereiche können entsprechend auch Stellen oder Teilbereiche des Körperbereichs markiert werden, insbesondere durch eine Markierung auf einem Überzug des Körperbereichs. Diese markanten oder markierten Stellen oder Teilbereiche können zusätzlich zu den Konturlinien zur Bestimmung des individuellen Modells herangezogen werden. Somit kann ein individuelles Modell aus Konturlinien und weiteren Stellen oder Teilbereichen des Körperbereichs anhand eines Referenzmodells ermittelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere zur Vermessung von Gliedmaßen, insbesondere Gliedmaßenstumpfen wie z. B. einem Unterschenkelstumpf verwendet werden, so daß eine nachfolgende Anpassung einer Prothese ermöglicht wird. Weiterhin können auch Körperbereiche wie z. B. ein Fuß vermessen werden, um eine nachträgliche Anpassung einer Orthese, z. B. von Kompressionsstrümpfen, zu ermöglichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Ausführungsform an einigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Meßanordnung zur erfindungsgemäßen Vermessung eines Unterschenkelstumpfs als Körperbereich;

Fig. 2 eine Schnittansicht des Unterschenkelstumpfs durch die Konturlinien mit eingezeichnetem Referenzmodell;

Fig. 3 ein Referenzmodell mit Konturlinien;

Fig. 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Projektion von einer Referenzebene auf ein dreidimensionales Modell;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung von Fig. 4 durch die Kamerapunkte.

An einem Unterschenkelstumpf 1 als zu vermessendem Körperbereich wird gemäß Fig. 1 eine als Referenzgegenstand dienende Referenzplatte 2 befestigt, z. B. angeklebt. Die Ausrichtung der Referenzplatte erfolgt beispielsweise in etwa in Längsrichtung des Unterschenkels. Die Referenzplatte weist an Ihren Enden Stege 4 auf, die beispielsweise auch als Bleche oder Rippen ausgebildet sein können und rechtwinklig von der Referenzplatte abstehen. Die Stege 4 weisen vorteilhafterweise farbige Ober- und Unterseiten auf, wobei beispielsweise die Oberseiten rot und die Unterseiten grün bzw. die äußeren Seiten, d. h. die Oberseite des oberen Stegs und die Unterseite des unteren Stegs, rot, und die inneren Seiten grün gefärbt sein können. Somit können die Stege 4 als visuelle Winkeleinstellhilfe bzw. Winkeleinstelleinrichtung dienen, um eine zu der Referenzplatte senkrechte Betrachtungsrichtung einzustellen. Somit kann eine Kamera 3 im rechten Winkel zu der Referenzplatte positioniert werden, indem überprüft wird, ob die farbigen Innen- oder Außenseiten der Stege 4 erkannt werden. Demnach ist in Fig. 1 die Position B nicht rechtwinklig zu der Referenzplatte, da die Kamera die farbige Oberseite bzw. äußere Seite des oberen Stegs und die farbige Oberseite bzw. Innenseite des unteren Stegs 4 erkennt. Durch entsprechendes Verstellen kann die Kamera 3 in die Position A verstellt werden, in der die Betrachtungsrichtung senkrecht zu der Referenzplatte 2 verläuft. Somit verläuft die optische Achse 5 der Kamera 3 senkrecht zu der Referenzplatte 2 und durch deren Mittelpunkt. Die Referenzplatte weist eine Referenzstrecke mit be-

kannter Referenzlänge auf, die vorteilhafterweise durch den Abstand der Stege 4 zueinander gebildet wird.

Als Kamera wird vorteilhafterweise eine Digitalkamera, z. B. eine CCD-Kamera, verwendet.

Die Positionierung der Kamera 3 erfolgt in zwei vorteilhafterweise zueinander zumindest im wesentlichen senkrechten Richtungen um den Unterschenkelstumpf 1 herum. Der Unterschenkelstumpf wird vorteilhafterweise beleuchtet und vor einem dunklen Hintergrund aufgenommen, so daß die nachfolgende Bestimmung der Konturlinie des Unterschenkelstumpfs als Kontrast auf dem Bild erleichtert wird. Der tatsächliche, im dreidimensionalen Raum liegende Verlauf der Konturlinien ist dabei aus den Abbildungen der Konturlinien in den Bildern noch nicht bekannt. Insbesondere ist dabei nicht bekannt, in welchem Abstand die Konturlinie von der Kamera 3 liegt.

Die Konturlinien können bei hinreichendem Kontrast aus den Bildern durch eine Bilddatenverarbeitung ermittelt werden, bei der beispielsweise Differenzen von nebeneinanderliegenden Pixeln gebildet werden. Derartige Kantenerkennungen sind beispielsweise von Autofocussystemen bekannt.

Da die Referenzplatte 2 senkrecht zur optischen Achse der Kamera 3 verläuft, kann die Referenzlänge direkt zur Skalierung des von der Kamera 3 aufgenommenen Bildes verwendet werden. Eine Skalierung ist somit für die senkrecht zur optischen Achse 5 und durch die Referenzstrecke verlaufende Referenzebene r1 bekannt.

Die Kamera 3 wird anschließend gemäß Fig. 5 in eine zweite Position D verstellt, die ebenfalls senkrecht zu der Referenzplatte 2 liegt. Die Justierung erfolgt somit ohne Veränderung der Referenzplatte 2 mit Hilfe der Stege 4. Somit liegt auch die optische Achse der Kamera in der zweiten Meßposition senkrecht zur Referenzplatte 2, nicht jedoch senkrecht zu der Referenzebene r1 der ersten Messung. Durch die Betrachtungsrichtung bzw. optische Achse der Kamera 3 in der zweiten Kameraposition D kann die zweite Referenzebene r2 definiert werden, innerhalb der wiederum die Achse der Referenzplatte 2 liegt. Somit können zwei oder mehr Bilder in verschiedenen (mindestens zwei) Kamerapositionen aufgenommen werden, wobei jeweils Referenzebenen gebildet werden, in denen die Achse der Referenzplatte 2 liegt und die jeweils senkrecht zu den optischen Achsen der Kamera liegt.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Unterschenkelstumpf 1 in einer Ebene, die durch die beiden Kamerapositionen A, D verläuft. Ein Referenzmodell R wird verwendet, um die Außenfläche des Unterschenkelbereichs 1 nachzubilden. Das Referenzmodell kann dabei für den jeweils betrachteten Körperbereich individuell gestaltet werden, so daß die grobe Formgebung des jeweiligen Körperbereichs, z. B. des Unterschenkelstumpfs 1, bereits in etwa durch das Referenzmodell R wiedergegeben wird. Erfindungsgemäß wird das Referenzmodell R nachfolgend anhand der von der Kamera aufgenommenen Bilder an den tatsächlichen Verlauf der Außenfläche des Unterschenkelstumpfs 1 angepaßt. Hierzu müssen erfindungsgemäß aus den Abbildungen der Konturlinien in den Bildern die tatsächlichen Konturlinien K1 und K2 der Außenfläche des Unterschenkelbereichs 1 bestimmt werden und das Referenzmodell an die Konturlinien K1 und K2 angepaßt werden. Problematisch ist dabei, daß aus den Abbildungen der Konturlinien der tatsächliche Verlauf der Konturlinien K1 und K2 im dreidimensionalen Raum noch nicht bekannt ist und mit Hilfe des Referenzmodells R zunächst bestimmt werden muß. Somit dient das Referenzmodell R sowohl zum Bestimmen der Konturlinien K1 und K2 als auch zum Nachbilden eines individuellen Modells des Unterschenkelstumpfs 1 anhand der Konturlinien K1 und

K2.

Da die Kameraposition A, D vorteilhafterweise im wesentlichen zueinander um 90° in der in Fig. 5 gezeigten Ebene versetzt sind, liegen die optischen Achsen 5a, 5b der Kamera im wesentlichen in etwa in den Referenzebenen R2, R1 der jeweils anderen Position. Eine derartige Anordnung ist jedoch nicht notwendig, da die Kamerapositionen I, II nicht um genau 90° versetzt zu einander sein müssen; grundsätzlich ist es lediglich notwendig, zwei Bilder im zueinander unterschiedlichen Kamerapositionen aufzunehmen.

Fig. 3 zeigt das erfindungsgemäße Prinzip, ein Referenzmodell R zu verwenden, das an Konturlinien K1, K2 angepaßt werden muß.

Erfindungsgemäß werden vorteilhafterweise gemäß Fig. 4 die Abbildungen der Konturenpunkte K1a, K1b, K2a, K2b zunächst auf die jeweiligen Referenzebenen r1, r2 bezogen, wie das in Fig. 4 für beide Kamerapositionen gezeigt ist. Es werden demnach Konturlinienprojektionen a1a, a1b, a2a, a2b in den jeweiligen Referenzebenen r1, r2 gebildet. In diesen Referenzebenen ist die Skalierung durch die Referenzlänge der Referenzstrecke bekannt. Nachfolgend müssen den einzelnen Punkten a1a, a1b, a2a, a2b der Konturlinienprojektionen den Konturlinienpunkten K1a, K1b, K2a, K2b des Unterschenkelbereichs angepaßt werden.

In Fig. 5 ist dabei zunächst ein Schnitt durch den Unterschenkelstumpf 1 in der Ebene gezeigt, der durch die optischen Achsen 5a, 5b gebildet wird. Für die Berechnung der Konturlinienpunkte in den weiteren Ebenen kann anschließend analog vorgefahren werden, wobei die Kamerapunkte A, D jeweils in diesen Ebenen liegen. Anschließend kann die Längserstreckung des Unterschenkelstumpfs in Richtung L in Fig. 4 an die Skalierung der Referenzlänge angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen eines Körperbereichs (1) eines menschlichen Körpers, bei dem ein Referenzgegenstand (2) mit einer Referenzstrecke vorbekannter Länge und einer visuellen Winkeleinstellhilfe (4) in festem räumlichen Bezug zu bzw. an dem Körperbereich (1) angeordnet wird, eine Kamera (3) mittels der visuellen Winkeleinstellhilfe (4) in einer zur Referenzstrecke senkrechten ersten Betrachtungsrichtung in einer ersten Kameraposition (A) angeordnet wird, in der sie den Körperbereich (1) mit dem Referenzgegenstand (2) erfaßt, und ein erstes Bild aufgenommen wird, eine Kamera (3) mittels der visuellen Winkeleinstellhilfe (4) in mindestens einer zur Referenzstrecke senkrechten weiteren Betrachtungsrichtung in mindestens einer weiteren Kameraposition (D) angeordnet wird, in der sie den Körperbereich (1) mit dem Referenzgegenstand (2) erfaßt, und ein zweites Bild aufgenommen wird, aus der Länge der Referenzstrecke und den Abbildungen der Referenzstrecke auf den Bildern die Abstände des Referenzgegenstandes (2) von den Kamerapositionen als erster Referenzabstand (X1) und zweiter Referenzabstand (X2) ermittelt werden, für jedes Bild eine im dreidimensionalen Raum verlaufende Konturlinie (K1, K2) aus dem Referenzabstand (X1, X2) und der Abbildung der Konturlinie auf Grundlage eines vorgespeicherten Referenzmodells (R) bestimmt wird, und ein individuelles Modell (M) des Körperbereichs (1) aus den Konturlinien (K1, K2) und dem Referenzmodell (R) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß für jede Kameraposition (A, D) eine Referenzebene (r1, r2) gebildet wird, in der die Referenzstrecke liegt und die senkrecht zu der Betrachtungsrichtung der Kamera verläuft, für jede Kameraposition (A, D) aus dem Referenzabstand (X1, X2) und der Abbildung der Konturlinie (K1, K2) eine Konturlinienprojektion (a1, a2), die einer Projektion der im dreidimensionalen Raum verlaufenden Konturlinie auf die Referenzebene entspricht, ermittelt wird, und aus den Konturlinienprojektionen (a1, a2), den Referenzabständen (X1, X2) und dem Referenzmodell (R) das individuelle Modell (M) des Körperbereichs (1) gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß über dem Körperbereich (1) ein Überzug, insbesondere ein kontrastverbessernder Überzug, angebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine senkrecht zu den Betrachtungsrichtungen verlaufende Länge des individuellen Modells (M) nachfolgend aus einem Vergleich der Referenzstrecke mit einem Abstand zweier Punkte des Körperbereichs ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einer der Punkte ein Ende des Körperbereichs und/oder eine markierte Stelle, vorzugsweise eine auf einem Überzug markierte Stelle, ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ermittlung des individuellen Modells (M) des Körperbereichs neben den Konturlinien und dem Referenzmodell weiterhin Abbildungen von Stellen oder Teilbereichen des Körperbereichs (1), die in zumindest einer der Abbildungen des Körperbereichs erkennbar sind, verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzgegenstand (2) an dem Körperbereich (1) befestigt, vorzugsweise festgeklebt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzgegenstand (2) zwei Markierungen (4) mit bekanntem Abstand aufweist, die die Referenzstrecke festlegen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die visuelle Winkeleinstellhilfe mindestens einen senkrecht zu der Referenzstrecke verlaufenden Vorsprung (4) aufweist.

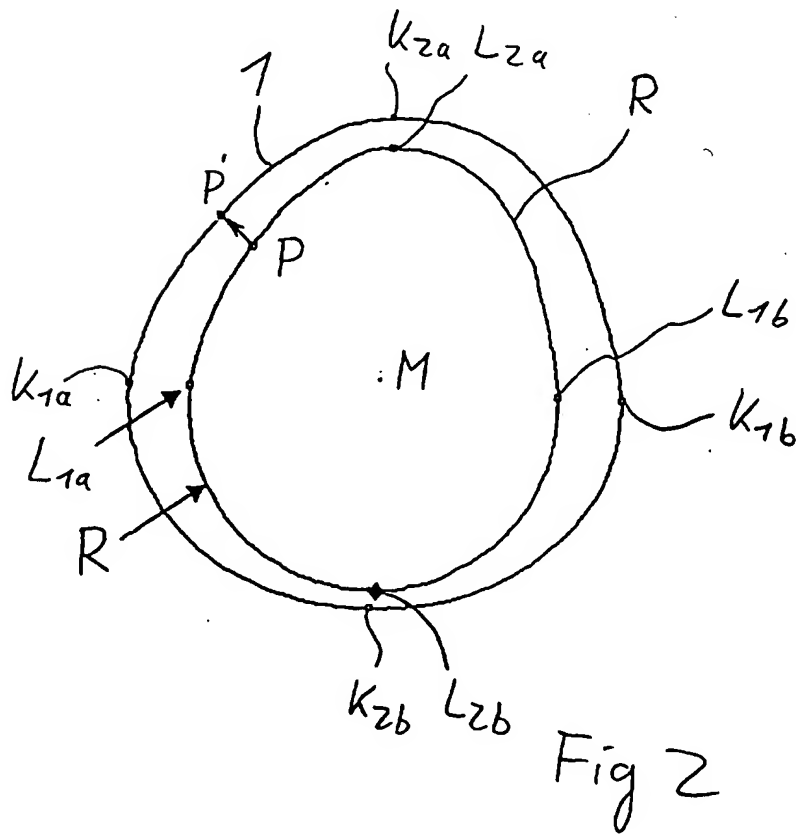
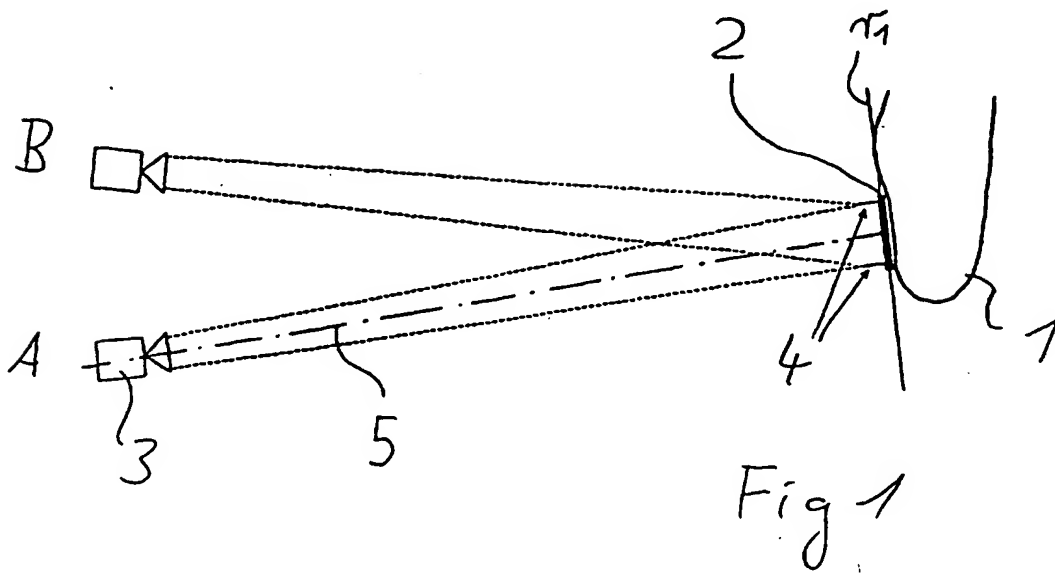
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die visuelle Winkeleinstellhilfe zwei voneinander beabstandete, senkrecht zur Referenzstrecke verlaufende Vorsprünge (4) aufweist, die zwischen sich die Referenzstrecke ausbilden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung (4) bzw. die Vorsprünge (4) farbige Seitenflächen bzw. farbige Ober- und Unterseiten aufweisen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in den verschiedenen Kamerapositionen die gleiche Kamera (3) verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Körperbereich ein Gliedmaßenstumpf, vorzugsweise ein Unterschenkelstumpf, vermessen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Körperbereich eine Gliedmaße, vorzugsweise ein Fuß, vermessen wird.



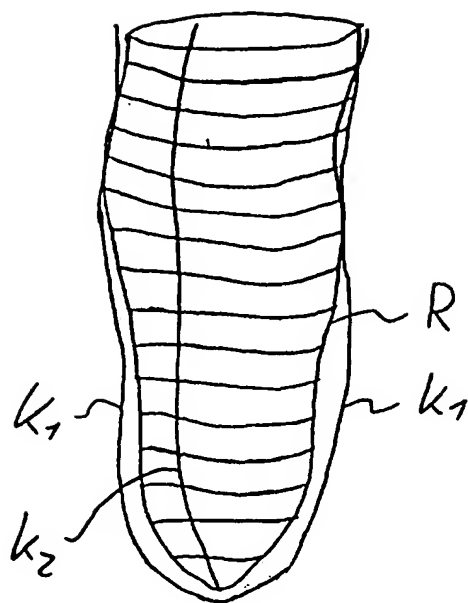


Fig 3

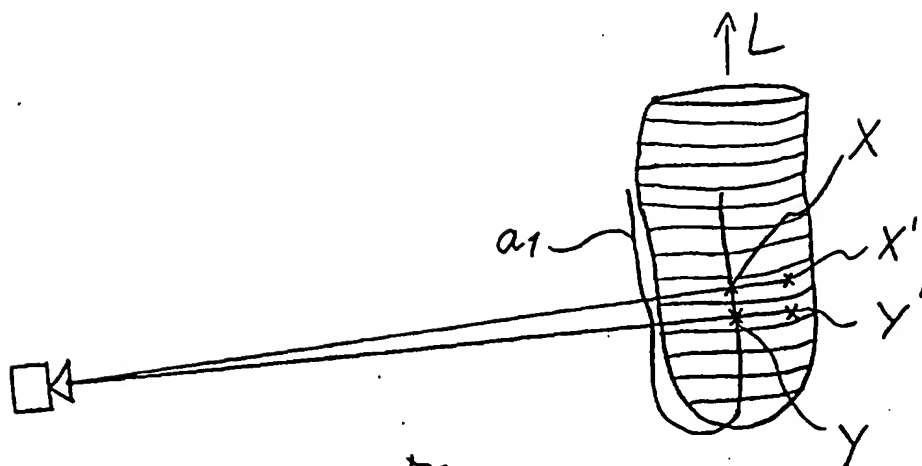


Fig 4

